

多合金鑄鉄のエロージョン磨耗特性

著者	楠本 賢太
学位名	博士（工学）
学位の種別	課程博士
報告番号	甲第373号
学位授与年月日	2015-03-23
URL	http://hdl.handle.net/10258/3800

クスマト ケンタ

氏 名 楠 本 賢 太

学 位 論 文 題 目 多合金鑄鉄のエロージョン磨耗特性

論 文 審 査 委 員 主 査 教 授 清 水 一 道
教 授 中 野 博 人
教 授 河 合 秀 樹
教 授 藤 木 裕 行

論文内容の要旨

粉粒体の衝突により材料表面が損傷，除去される現象をエロージョンと呼ぶ．この現象は，輸送系配管，タービンブレード，ファン等において大きな問題となっている．生産効率の向上およびコスト削減の観点から耐摩耗材料の開発，余寿命の予測が喫緊の課題となっている．近年，多くの研究者が耐摩耗材料の開発を目的として様々な鉄鋼材料および種々の合金の研究を行ってきた．

本研究では，材料溶解時に種々の添加元素を加え，鑄造することで凝固時に高硬度な炭化物を晶出させ，その後の熱処理により二次硬化するため優れた耐摩耗性を示すことが期待されている多合金鑄鉄に着目した．そこで本研究では，炭素(C)を3%，マンガン(Mn)を4%添加し，バナジウム(V)およびクロム(Cr)含有量を変化させた9種類の多合金鑄鉄およびCを2%，クロム(Cr)，モリブデン(Mo)，タングステン(W)，バナジウム(V)，Vの代替としてニオブ(Nb)をそれぞれ5%，コバルト(Co)を0, 5, 10%と変化させた6種類の多合金鑄鉄を供試材として準備し，多合金鑄鉄のエロージョン磨耗特性を調査した．

本論文は第六章からなり，第一章では，研究背景やこれまでの研究について述べるとともに，本研究の意義及び目的を述べた．

第二章では，各種多合金鑄鉄の溶製を行い，晶出炭化物および基地組織の同定を行った．

第三章では，第二章において溶製したFe-C-Mn-Cr-V系多合金鑄鉄を供試材として用い，エロージョン磨耗試験を進め，Crを添加した鑄鉄を基本組成として，Vを

添加させることで、複数の炭化物を晶出させ、耐エロージョン摩耗性向上に寄与するのか検討した。その結果、複数の高硬度な炭化物を晶出および析出させることは、耐エロージョン摩耗性向上に寄与することが明らかとなった。

第四章では、第二章において溶製した Fe-C-Cr-Mo-W 系多合金鑄鉄を供試材として用い、エロージョン摩耗試験を進め、エロージョン摩耗特性に及ぼす V, Nb, Co 添加の影響を調査した。その結果、Co 含有量の増加に伴い、基地組織中に二次炭化物が析出し、基地組織が強化されたことで、材料表面の塑性変形を抑え、優れた耐エロージョン摩耗特性を示すことを明らかにした。

第五章では、第四章において優れた耐摩耗特性を示した Fe-C-Cr-Mo-W 系多合金鑄鉄を供試材として用い、高温エロージョン摩耗試験を進め、高温環境下における多合金鑄鉄のエロージョン摩耗特性に及ぼす V, Nb, Co 添加の影響を明らかにした。

第六章は総括であり、本研究の成果を要約する。

ABSTRACT

Surface damage that caused by impact of solid particles is called erosive wear. The phenomenon becomes a serious problem for bended section of pneumatic transportation pipe, valve, turbine blade and fun, and so on. In order to reach an aim of high safety and low cost, it's important to develop wear resistant material and to estimate of life service during erosion.

Recently, many researches have studied on the variety of alloys, and tempt to develop wear resistant materials.

In this study, the multi-component cast irons, which are excellent war resistant materials due to containing strong carbides forming elements, Crystallization of hard eutectic carbides at the solidification and occurring secondary hardening in matrix by heat treatment was paid attention.

Therefore, multi-component cast irons with about 3%C, 10%, 7.5% and 5%V cast irons with nill, 5 and 9%Cr and 2%C and Cr, Mo, W and V, (As an alternative to Nb) of about 5% with 0, 5 and 10%Co were prepared as the test materials in this study. This study investigates erosive wear characteristics of multi-component cast irons.

In 1st chapter, I described the research background, previous research and the purpose and significance of this study.

In 2nd chapter I melted the variety of multi-component cast irons and subsequent identification of the eutectic carbides, precipitated carbides and matrix.

In 3rd chapter, I described that I used the Fe-C-Mn-Cr-V-based multi-component cast

irons were melted in the second chapter as specimens, promoting the erosive wear test, to reduce of V contents and increasing of Cr contents were investigated whether it's possible to increasing wear resistance and cost reduction.

In 4th chapter, I used the Fe-C-Cr-Mo-W based multi-component cast irons were melted in the 2nd chapter as test materials, I investigates erosive wear characteristics of Fe-C-Cr-Mo-W multi-component cast irons containing V, Nb and Co.

In 5th chapter, we used the Fe-C-Cr-Mo-W-based multi-component cast irons, which showed excellent wear resistance in Chapter IV. To promote a high temperature erosion wear test, I revealed that effect of Co addition on high temperature erosive wear characteristics of multi-component cast irons containing Nb or V.

In 6th chapter, summarize results of the present research.

論文審査結果の要旨

粉粒体の衝突により材料表面が損傷，除去される現象をエロージョンと呼ぶ．この現象は，輸送系配管，タービンプレード等において大きな問題となっている．現在，生産効率の向上およびコスト削減の観点から耐摩耗材料の開発，余寿命の予測が必要とされている．本論文では，系統的に合金元素を配合し，材料の組織全体に高硬度な炭化物を分散させた多合金鑄鉄の溶製，耐エロージョン摩耗特性を調査した結果を報告したものである．耐摩耗材料として，高硬度な炭化物を有する高クロム鑄鉄，球状バナジウム炭化物鑄鉄が開発されている．この球状バナジウム炭化物鑄鉄は，高クロム鑄鉄と比較して約 2 倍の耐エロージョン摩耗特性を示す．しかし，良好な耐エロージョン摩耗特性を有するのに必要不可欠なバナジウム炭化物(VC)を均一に分散されることが困難となっている．この炭化物の偏析は，耐エロージョン摩耗特性を低下させる．このことから，種々の合金元素を添加し，高硬度な炭化物を組織全体に分散させることで，更なる耐エロージョン摩耗特性の向上が期待できる．バナジウム，ニオブ等の炭化物形成元素を多種添加させた多合金鑄鉄は，鑄造時に初晶，共晶炭化物として高硬度な炭化物を晶出し，その後の熱処理により二次硬化するため優れた耐エロージョン摩耗特性を示すことが期待できる．この多合金鑄鉄に着目し，炭化物形成元素の種類，配合比率を変化させ材料の開発を行い，エロージョン摩耗試験により評価した結果，常温環境下において，複数の高硬度な炭化物を有し，基地組織中に二次炭化物が析出することで基地組織が強化され，従来材と比較して約 3 倍の耐エロージョン摩耗特性を示した．高硬度な炭化物を複数有することから，常温環境下だけではなく高温環境下においても優れた耐エロージ

ヨン摩耗特性を示すことが期待できるため、高温エロージョン摩耗特性を評価した結果、Fe-C-Cr-Mo-W-Nb-Co 系多合金鑄鉄は優れた耐酸化性・耐高温エロージョン摩耗特性を示すことが明らかとなった。また今後の用途検討や課題等を踏まえ十分な議論がされた内容である。本研究は、耐エロージョン摩耗性に優れた多合金鑄鉄の開発を進め、系統的な合金設計、基礎的な評価試験およびエロージョン摩耗試験による材料評価においては、大変興味深い結果を示した。また今後の実用化に向けた試用が検討されていることから、その価値は高く評価できるものである。このため、審査員の合議により本論文は学位に値するものと判断した。